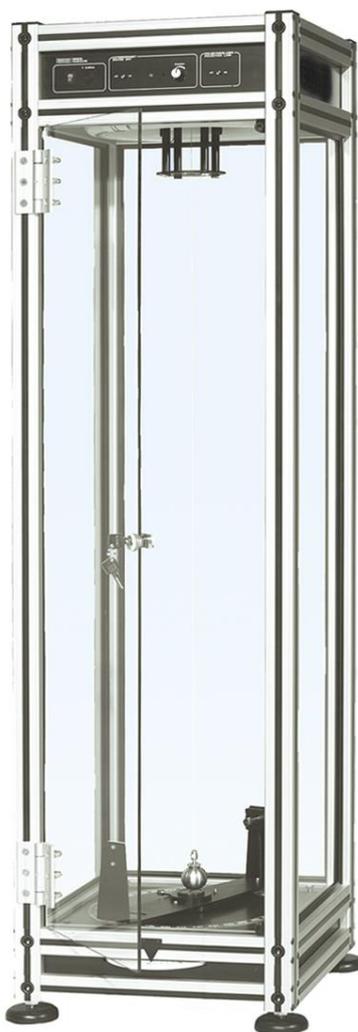


Pêndulo de Foucault @115 V 1000747

Pêndulo de Foucault @230 V 1000748

Manual de instruções

06/15 ALF



1. Indicações de segurança

- Não sujeitar a caixa de vidro a qualquer esforço mecânico. Esta pode quebrar representando perigo de ferimento!
- Respeitar as instruções de montagem (4.1 Montagem).
- Ajustar a excitação elétrica de modo que a esfera não entre em contato com o vidro.

2. Descrição

O pêndulo de Foucault serve para a medição quantitativa e a demonstração qualitativa da rotação da Terra.

No ano de 1850 o francês Foucault demonstrou pela primeira vez com um pêndulo que a Terra gira sobre o seu eixo. Ele utilizou para isto um peso de 28 kg e 67 m de comprimento.

O pêndulo de Foucault da 3B é um aparelho compacto, no qual a amplitude do pêndulo é mantida constante através de uma excitação contínua. Um anel de Charron (ver fig. 2) impede um movimento elíptico. Desse modo, é possível efetuar medições de longa duração. Um dispositivo de medição com divisão em minutos angulares (fig. 1) torna possível

medições precisas em pouco tempo. A estrutura oferece boa visibilidade de todos os lados e permite assim que vários observadores percebam simultaneamente as variações na direção da oscilação. O aparelho pode ser operado durante o ensaio sem necessidade de abrir a porta. Com os acessórios, o ajuste do pêndulo de Foucault é fácil de realizar.

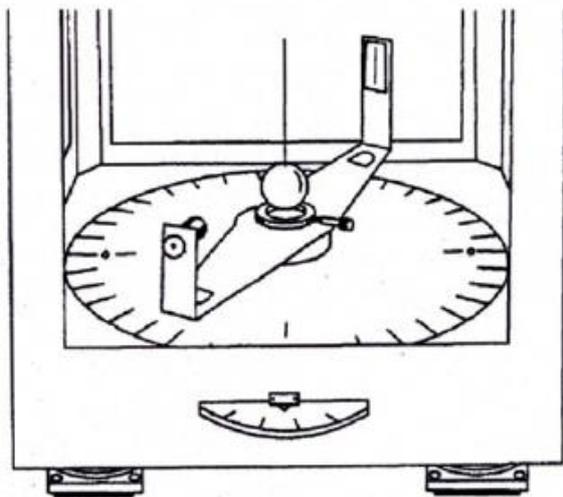


Fig. 1 Dispositivo de medição angular

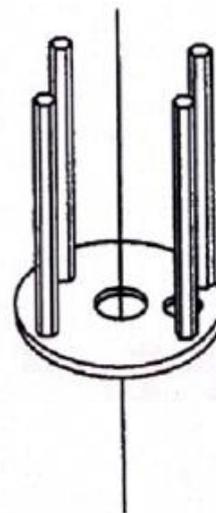


Fig. 2 Anel de Charron

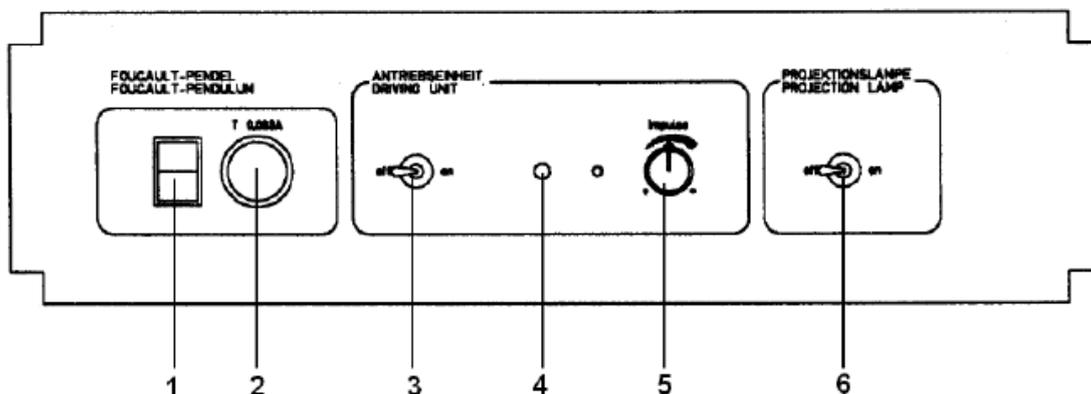


Fig. 3 Painel de controle 1 Interruptor principal, 2 fusível, 3 Comutador da unidade motora, 4 Lâmpada de controle, 5 Regulador de impulso, 6 Comutador da lâmpada de projeção

2.1 Funções básicas

2.1.1 Oscilação contínua do pêndulo

Um ímã eletromagnético com campo magnético simétrico radial encontra-se montado exatamente no meio do percurso do pêndulo. O ímã só tem efeito quando o pêndulo se dirige em direção ao ponto mediano. O ímã eletromagnético é controlado por uma célula fotossensível que registra a sombra do pêndulo produzida pela luz de uma lâmpada fluorescente integrada no aparelho. O pêndulo é assim excitado de modo que a sua amplitude continua constante.

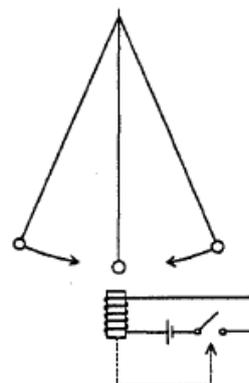


Fig. 4

2.1.2 Medição do ângulo de rotação

A velocidade angular de rotação ω do pêndulo é de

$$\omega = \omega_e \cdot \sin \theta$$

sendo ω_e = velocidade angular da Terra (= 360° / dia = 15° / hora) e θ = latitude do local da experiência.

Em latitudes médias o plano pendular gira em aproximadamente 8° a 13° por hora. Com o seu dispositivo de medição (veja fig. 5) o pêndulo de

Foucault permite efetuar medições mesmo em poucos minutos de tempo de aula.

Na situação representada na figura 5c, deslocar a fonte luminosa até que a projeção da linha na tela esteja imóvel (fig. 5b). Deste modo, o plano pendular momentâneo está definido com precisão. Colocando a escala de 36:1 por baixo permite a medição de ângulos de menos de 1°.

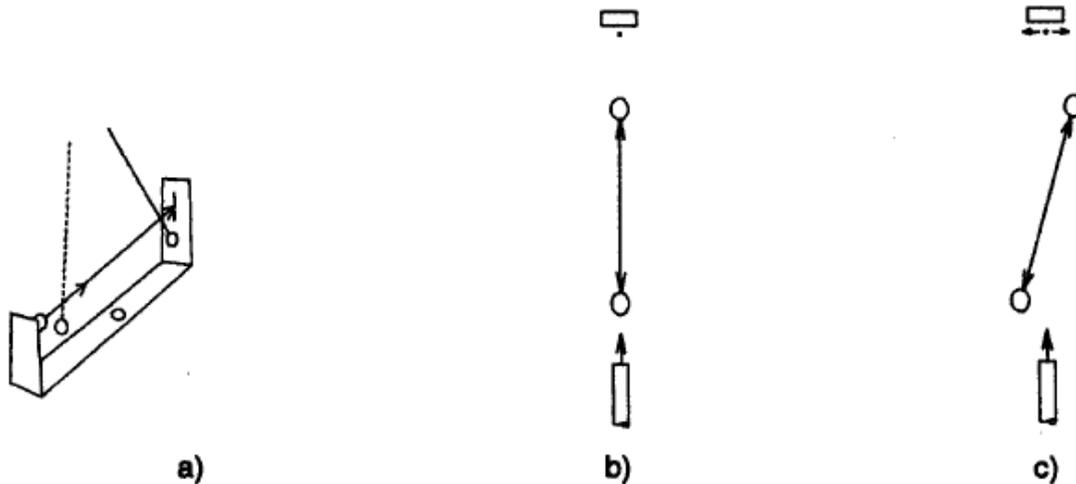


Fig. 5 Medição de ângulo por projeção de sombra (oscilação do pêndulo vista de cima)

2.1.3 Impedimento de uma oscilação elíptica do pêndulo

Na experiência, o pêndulo deve oscilar num só plano (fig. 6b). Quando o pêndulo começa a oscilar elípticamente (fig. 6c), além da rotação terrestre outros fatores influenciam o seu movimento de rotação. Neste caso, não se podem esperar resultados corretos da medição.

Para evitar oscilações elípticas no pêndulo de Foucault, utiliza-se um anel (ver fig. 2). O anel não influi o plano pendular quando este é ideal. Ele reduz, porém, um componente do movimento na vertical do movimento do pêndulo no ponto de inversão de sentido.

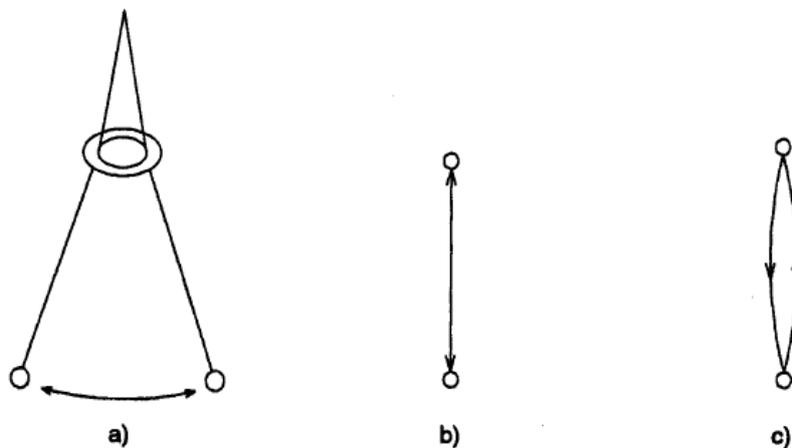


Fig. 6 Impedimento de oscilações elípticas (oscilação do pêndulo vista de cima)

3. Dados técnicos

Comprimento do fio:	120 cm
Esfera do pêndulo:	38 mm Ø, 230 g
Disco angular:	340 mm Ø, 360°
Divisão:	Nonius 0,1°
Projeção de linha por feixe luminoso	
Lâmpada incandescente de lente:	E10 3,7 V, 0,3 A
Excitação:	Mecanismo de excitação pulsante, eletromagnético, célula fotossensível para a sincronização, botão para o ajuste da amplitude, lâmpada de controle para a excitação
Armação:	Armação de metal com vidro e porta, 40 x 40 x 150 cm ³ , 4 pés de ajuste para a instalação a prumo
Iluminação:	tubo fluorescente 36 W
Alimentação elétrica:	
1000747:	115 V, 50/60 Hz
1000748:	230 V, 50/60 Hz
Fusível de rede:	0,063 A, passivo

4. Utilização

4.1 Montagem

4.1.1 Instalação

- Colocar o pêndulo de Foucault numa superfície horizontal de base estável.
- Verificar com a mão se a armação e o anel vibram. Caso seja percebida alguma vibração, o local é inadequado. Em caso que o chão seja instável deve-se procurar um local onde não haja passagem freqüente de pessoas. Levantar especialmente em conta a presença de aparelhos de ar condicionado ou de outros aparelhos que produzam vibração.
- Evitar a exposição direta ao sol, já que isto pode dificultar a visibilidade da linha projetada ou provocar disfunção da célula fotossensível.

4.1.2 Montagem do pêndulo

- Ajustar a distância entre a esfera do pêndulo e o ímã eletromagnético em aproximadamente 3 mm. Esta distância é atingida quando a esfera toca ligeiramente o disco de ajuste (ver fig. 7). Em caso de distância excessiva, o efeito do dispositivo de excitação será mais fraco.

- Caso a esfera fique pendurada por um período mais longo, deve-se verificar a distância, já que a linha pode se distender em até 1 a 2 mm.

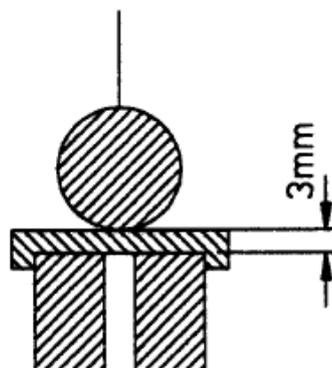


Fig. 7 Distância entre a esfera do pêndulo e o ímã eletromagnético

4.1.3 Ajuste horizontal

- Inserir o cilindro de ajuste no dispositivo de medição e logo colocar a esfera do pêndulo nele (ver fig. 8).
- Para ajustar, girar os pés de ajuste. A regulagem é mais fácil de efetuar se dois pés são girados ao mesmo tempo.
- A esfera deve estar pendurada exatamente no meio do cilindro.

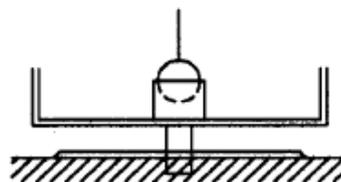


Fig. 8 Ajuste horizontal

4.1.4 Projeção de linha

- Após ligar a lâmpada de projeção com a esfera pendurada no cilindro de ajuste, a projeção de linha na tela deve cobrir o traço vertical.
- Esta regulagem de fábrica deve ser efetuada novamente em caso de substituição da lâmpada (ver 4.3).

4.2 Execução da experiência

- Controlar se todas as preparações descritas em 4.1 foram executadas.
- Caso a experiência seja realizada só com a oscilação natural do pêndulo, o comutador da excitação do pêndulo deve estar em „AUS“. Neste caso, a oscilação do pêndulo reduz-se a menos de 1/3 em 15 min. As medições devem ser efetuadas dentro desse intervalo.

- Se for operado com excitação, a amplitude deve ser observada aproximadamente 5 min e, caso necessário, corrigida com o botão de ajuste da excitação.
- Deslocar a esfera do pêndulo com a mão e solta-lo. O pêndulo deve oscilar num plano. Se ele oscilar em elipse, interromper o ensaio e recomeçar.
- Fechar cuidadosamente a porta.
- Quando a oscilação estiver estável, após vários minutos, colocar o disco de medição angular de forma que a imagem projetada da linha coincida com a linha de base.
- A medição do ângulo de torção é feita no ponto em que a projeção de linha na tela não se mexe mais horizontalmente quando o disco de ajuste de ângulo é girado.
- Caso a unidade de projeção de linha não se mova ao girar o disco de ajuste de ângulo, deve-se verificar a firmeza do parafuso de fixação.
- Ler o ângulo aproximado na placa base e o ângulo exato na escala de medição fina de ângulo.

4.3 Outras indicações

- Com o pêndulo excitado, a o tubo fluorescente deve estar ligado, da que este serve de fonte luminosa para o sensor fotossensível.
- A firmeza dos parafusos de fixação da linha e da placa do anel deve ser verificada, já que as medições tornam-se inexatas se a fixação está frouxa. (fig. 10).

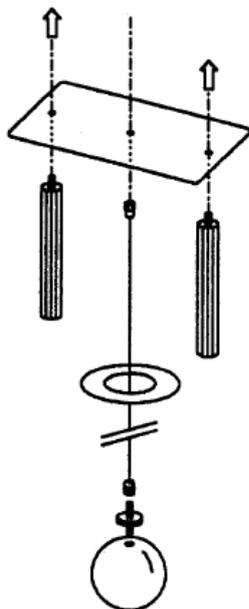


Fig. 10

- A centragem do anel foi ajustada na fábrica. Caso seja necessário um novo ajuste, os seguintes itens devem ser levados em conta (fig. 11):
- O pêndulo deve ser instalado com o cilindro de ajuste (ver 4.1.3).
- Colocar o anel de ajuste.
- Soltar os parafusos da parte inferior do anel de Charron sem no entanto extraí-los completamente.
- Inserir o anel de ajuste no meio do anel de Charron e movê-lo dando leves golpes de forma que a linha esteja pendurada exatamente sobre o centro do anel de ajuste.
- Apertar os parafusos sem deslocar o anel.

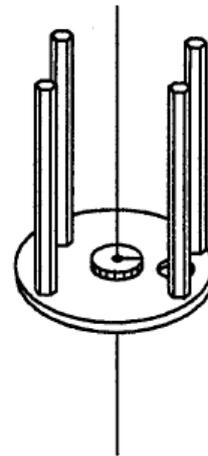


Fig. 11

- Ao trocar a linha de sustentação da esfera deve-se prestar atenção para que a placa de sustentação da linha não seja deslocada, já que isto exigiria um novo ajuste do anel. A linha deve ser trocada, caso possível, com o seu parafuso de fixação.
- Quando a amplitude do pêndulo não está ajustada exatamente, o plano pendular pode vir a girar rápido demais ou lentamente demais. Para medições de precisão determina-se a amplitude ideal observando a torção do plano pendular.
- Imprecisões no ajuste da armação, na centragem do anel ou na amplitude do pêndulo ou condições de montagem insuficientes podem influenciar negativamente a torção do pêndulo e levar a uma torção muito rápida ou lenta demais.
- Se o pêndulo permanece imóvel abaixo, isto pode ter as seguintes causas:
A excitação está desligada.
O tubo fluorescente está desligado.

- O enrolamento da linha de sustentação pode trazer erros de medição. Para eliminar todo enrolamento, a linha e a esfera do pêndulo devem ficar pendurados por várias horas.
- Se a lâmpada de projeção não funciona, isto pode ter as seguintes causas:
- A lâmpada de projeção não está ligada.
- A lâmpada está frouxa. Retirar a cápsula da lâmpada com um leve movimento giratório e fixar a lâmpada.
- A lâmpada está com defeito. Retirar a cápsula da lâmpada com um leve movimento giratório e trocar a lâmpada.
- Os contatos não contactam. Soltar o parafuso de fixação e empurrar a unidade de projeção de linha levemente para abaixo e fixa-la enquanto se a pressiona. Em caso de outros falhos operacionais, soltar o parafuso de fixação e retirar a unidade de projeção de linha. Verificar se os contatos sofreram algum dano mecânico.
- Se não for possível coincidir a projeção da linha com a tela, então retira-se a cápsula da lâmpada com um leve movimento giratório e dirige-se o feixe luminoso para a tela por meio de pressão radial sobre a rosca da lâmpada. Pendurar a esfera no cilindro de ajuste para verificação. Caso a projeção de linha não coincida com o traço vertical, deve-se efetuar o ajuste de fábrica novamente. Soltar os dois parafusos de fixação da rosca da lâmpada e virar a rosca da lâmpada na posição horizontal até que a projeção de linha cubra o traço vertical.

5. Armazenagem, limpeza, descarte

- Armazenar o aparelho em local limpo, seco e livre de pó.
- Antes da limpeza separar o aparelho da fonte de alimentação.
- Não utilize produtos de limpeza agressivos ou solventes para limpar o aparelho.
- Para a limpeza utilizar um pano suave e úmido.
- A embalagem deve ser eliminada nas dependências locais de reciclagem.
- Em caso que o próprio aparelho deva ser descartado, então este não pertence ao lixo doméstico normal. É necessário cumprir com a regulamentação local para a eliminação de descarte eletrônico.

